

PUB-NO: DE003140319A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: **DE 3140319 A1**

TITLE: Electrically screened broadband  
antenna for the in-phase  
detection of the magnetic components  
of an alternating  
electromagnetic field

PUBN-DATE: April 21, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LINDSAY, JAMES E PROF DR	US
MUENTER, KLAUS	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MUENTER KLAUS	DE

APPL-NO: DE03140319

APPL-DATE: October 10, 1981

PRIORITY-DATA: DE03140319A ( October 10, 1981)

INT-CL (IPC): H01Q007/04

EUR-CL (EPC): H01Q007/04

US-CL-CURRENT: 343/741

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> The invention relates to a  
loop or frame antenna

having screening against electrical fields. In conventional antennas of this type, the unavoidable switching capacitances in conjunction with the inductance of the loop winding lead to resonances at specific frequencies. The loop antenna described here consists of coaxial line sections in a specific interconnection, in which the inner conductors of the coaxial lines are connected in series but the outer conductors are connected in parallel. In conjunction with a matching receiver input impedance, this construction results in a compensation effect so that, when the alternating magnetic field amplitude is constant, the output signal of the antenna is free of resonances over a wide range, virtually independently of the frequency. Furthermore, the phase difference between the output signal and magnetic field in this frequency range remains low and virtually constant. The antenna can be constructed to be balanced or unbalanced with respect to earth. Areas of use of this broadband antenna - individually or as an antenna array - are, for example, field strength measuring apparatuses, communications apparatuses and direction-finding apparatuses.

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①1 DE 3140319 A1

⑤1 Int. Cl. 3:  
H01 Q7/04

②1 Aktenzeichen:  
②2 Anmeldetag:  
④3 Offenlegungstag:

P 31 40 319.0  
10. 10. 81  
21. 4. 83

⑦1 Anmelder:  
Münter, Klaus, 3300 Braunschweig, DE

⑦2 Erfinder:  
Lindsay, James E., Prof. Dr., 82071 Laramie, Wy., US;  
Münter, Klaus, 3300 Braunschweig, DE

⑤5 Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

FR	7 01 589
GB	4 19 783
US	40 83 006
US	39 73 283
US	39 02 177
US	24 65 381
US	24 23 083
US	24 19 577

Behördeneigentlich

⑤4 Elektrisch abgeschirmte Breitbandantenne zur phasenrichtigen Erfassung der magnetischen Komponente eines elektromagnetischen Wechselfeldes

Die Erfindung betrifft eine Schleifen- bzw. Rahmenantenne mit Abschirmung gegen elektrische Felder. Bei herkömmlichen Antennen dieser Art führen die unvermeidlichen Schaltkapazitäten in Verbindung mit der Induktivität der Schleifenwicklung bei bestimmten Frequenzen zu Resonanzen. Die hier beschriebene Schleifenantenne besteht aus koaxialen Leitungsabschnitten in einer speziellen Zusammenschaltung, bei der die Innenleiter der Koaxialleitungen in Serie, die Außenleiter jedoch parallelgeschaltet sind. Dieser Aufbau ergibt in Verbindung mit einer passenden Empfänger-Eingangsimpedanz eine Kompensationswirkung, so daß bei konstanter Amplitude des magnetischen Wechselfeldes das Ausgangssignal der Antenne über einen weiten Bereich nahezu frequenzunabhängig und frei von Resonanzen ist. Weiterhin bleibt die Phasendifferenz zwischen Ausgangssignal und Magnetfeld in diesem Frequenzbereich gering und nahezu konstant. Die Antenne läßt sich erdsymmetrisch oder erdunsymmetrisch aufbauen. Einsatzbereiche dieser Breitbandantenne – einzeln oder als Antennengruppe – sind z.B. Feldstärkemeßgeräte, Nachrichten- und Peilgeräte.

(31 40 319)

DE 3140319 A1

DE 3140319 A1

10.10.81

3140319

Patentansprüche:

1. Elektrisch abgeschirmte Breitbandantenne zur phasenrichtigen Erfassung der magnetischen Komponente eines elektromagnetischen Wechselfeldes, insbesondere für Feldstärkemeßgeräte, Nachrichten- und Peilgeräte, dadurch gekennzeichnet, daß Koaxialleitungsabschnitte zur Amplituden- und Phasengangkorrektur in Verbindung mit einer passend gewählten Lastimpedanz verwendet werden.
2. Elektrisch abgeschirmte Breitbandantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie Teil eines Antennensystems aus mehreren Antennen gemäß Anspruch 1 mit unterschiedlicher räumlicher Orientierung ist.

10.10.81

2

3140319

B E S C H R E I B U N G

"Elektrisch abgeschirmte Breitbandantenne zur phasenrichtigen Erfassung der magnetischen Komponente eines elektromagnetischen Wechselfeldes"

Die Erfindung beschreibt eine gegen elektrische Störfelder abgeschirmte Breitbandantenne zur phasenrichtigen Erfassung eines magnetischen Wechselfeldes, insbesondere für Feldstärkemessgeräte, Nachrichten- und Peilgeräte.

Für die genannten Anwendungsgebiete werden Magnetfeldantennen benötigt, die in einem weiten Frequenzbereich eingesetzt werden können und die gegen elektrische Störfelder unempfindlich sind. Neben Ferritantennen werden Rahmen- bzw. Schleifenantennen verwendet, die abgeschirmt sind und/oder erdsymmetrisch betrieben werden ( Lit. /1/ bis /7/ ). Die Schaltkapazitäten (innerhalb der Wicklung bzw. Wicklung gegen Abschirmung) ergeben zusammen mit der inneren Induktivität der Antenne Resonanzfrequenzen. Die Antennen werden daher entweder breitbandig unterhalb der ersten Resonanzfrequenz oder schmalbandig mit Abstimmung auf Resonanz betrieben. Bei konstanter magnetischer Induktion ist die Spannung an einem hochohmigen Lastwiderstand proportional zur Frequenz.

Nachteilig bei den bisher bekannten Antennenformen ist, daß die unvermeidlichen Resonanzen sowie (bei hochohmigem Abschluß) die frequenzproportionale Ausgangsspannung den breitbandigen Einsatz erschweren. Für Schmalband-Anwendungen erfordert die dazu nötige Frequenzabstimmung der Antenne zusätzlichen Bedienungsaufwand. Die Erfassung transients Vorgänge ist wegen der auftretenden Phasenverzerrungen problematisch.

Die Erfindung betrifft eine Antenne, die ein magnetisches Wechselfeld erfaßt. Sie ist gegen elektrische Felder abgeschirmt. Bei Betrieb mit einem passend gewählten Lastwiderstand ist die Ausgangsspannung über einen weiten Bereich nahezu frequenzunabhängig. Die Phasendifferenz zwischen der Ausgangsspannung und dem externen Magnetfeld bleibt innerhalb dieses Frequenzbereiches annähernd konstant.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Schleifenantenne so aus Koaxialleitungsabschnitten zusammengeschaltet wird, daß sich bei Abschluß der Antenne mit einer optimal gewählten Lastimpedanz eine Amplituden- und Phasenkorrektur ergibt.

#### Erläuterung eines Ausführungsbeispiels:

In der einfachsten Form besteht eine abgeschirmte Schleifenantenne aus einer Leiterschleife, deren Abschirmung an einer Stelle unterbrochen sein muß (Fig. 1). Der vom externen Magnetfeld auf der Außenfläche der Abschirmung induzierte Strom koppelt an der Trennstelle auf die Innenseite ein (Fig. 2). Die Wirkung des externen Magnetfeldes läßt sich dabei als Thevenin-Ersatzschaltung eines "externen Generators" ( $Z_T$ ,  $U_i$ ) zwischen den Anschlüssen "A" und "B" darstellen. Die Spannung  $U_i$  ergibt sich aus dem Induktionsgesetz. Die Außenfläche der Abschirmung besitzt außer dem Widerstandsbelag eine verteilte Induktivität und eine verteilte Kapazität gegen die Umgebung, bildet also eine Übertragungsleitung ( /5/ ). Die Quellimpedanz ( $Z_T$ ) des externen Generators ist daher gegeben als Impedanz dieser Übertragungsleitung zwischen den Punkten "A" und "B". Die Leiterschleife besteht aus zwei Koaxialleitungsabschnitten, die bei "A" und "B" die Eingangsimpedanzen  $Z_A$  und  $Z_B$  aufweisen (in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet).  $Z_A$  und  $Z_B$  sind von der Lastimpedanz  $Z_L$  abhängig. Fig. 3 zeigt den aus  $U_i$ ,  $Z_T$ ,  $Z_A$  und  $Z_B$  ( $Z_x$  = Korrekturimpedanz, s.u.) gebildeten Stromkreis. Ist das Antennengebilde klein gegenüber der Wellenlänge, so ist der induzierte Strom  $I$ , der auch die Lastimpedanz durchfließt, überall gleich und gegeben durch

$$I = \frac{U_i}{Z_T + Z_A + Z_B}$$

Er weist bei vorgegebener Antennengeometrie und konstanter magnetischer Induktion eine störende Frequenzabhängigkeit auf.

Die hier beschriebene Erfindung reduziert diese Frequenzabhängigkeit durch Einfügung weiterer Koaxialleitungsabschnitte, die als Korrekturimpedanz  $Z_x$  ( Fig. 2 und 3 ) wirken.

Fig. 4 zeigt schematisch eine runde Antenne mit vier (gleichartigen) Windungen. In Fig. 5 ist dieselbe Antenne zur Verdeutlichung der Zusammenschaltung und der Erdungsverhältnisse in gestreckter Form dargestellt. Die Innenleiter der Koaxialleitungen sind in Reihe geschaltet, die Außenleiter liegen parallel und sind bei "A" und "B" miteinander verbunden. Als Korrekturimpedanz wirken hier die Innenleiter der drei mittleren Koaxialleitungsabschnitte der Länge  $L$ .

Bei verringerten Anforderungen an die elektrische Abschirmung, wenn auf die erdsymmetrische Betriebsweise verzichtet werden kann, läßt sich eine unsymmetrische, vereinfachte Antenne aufbauen, indem man die Schaltung nach Fig. 5 bei "X" teilt und nur eine Hälfte verwendet. An der Trennstelle müssen Schirm und Innenleiter mit dem Massepunkt verbunden werden ( Fig. 6). Diese Trennung beeinflußt die Generatorimpedanz  $Z_T$  und die induzierte Spannung  $U_i$  nur wenig.

Die durch den Aufbau aus Koaxialleitungsabschnitten mit Korrekturimpedanz erzielbare Verbesserung des Frequenz- und Phasengangs wurde mit dem Versuchsaufbau in Fig. 7 (nach /8/) gemessen.

Die Fig. 8 zeigt den Frequenz- und Phasengang für eine Schleifenantenne üblicher Bauart (runde Antenne mit 0,6 m Durchmesser, 4 Windungen innerhalb einer gemeinsamen Abschirmung, symmetrisch mit je 1 k $\Omega$  abgeschlossen). Man erkennt eine ausgeprägte Resonanzüberhöhung bei ca. 1,6 MHz sowie eine "Serienresonanz" bei 8 MHz. Der Phasengang zeigt im Bereich der Resonanzen abrupte Änderungen.

Zum Vergleich weist eine aus Koaxialleitungsabschnitten ( Kabel RG-174/U, Wellenwiderstand 50  $\Omega$  ) gemäß Fig. 4 aufgebaute Antenne mit gleichen Abmessungen bei 1 k $\Omega$  Lastimpedanz erst bei 4 MHz eine Resonanzüberhöhung auf; die Serienresonanz liegt oberhalb von 20 MHz ( Fig. 9 ).

Bei Einsatz einer optimalen Lastimpedanz  $Z_L$  ergibt diese Antennenversion eine über zwei Dekaden annähernd frequenzunabhängige Empfindlichkeit ( Fig. 10 ). Die Phasendifferenz zwischen Ausgangssignal und externem Magnetfeld ist gering und variiert innerhalb desselben Frequenzbereiches nur wenig.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung bilden mehrere der hier beschriebenen Antennen mit unterschiedlicher räumlicher Orientierung ein Antennensystem, bei dem die Ausgangsspannungen der Antennen eine vektorielle Bestimmung der magnetischen Induktion gestatten. Mit einem solchen System ist z.B. die Messung des Polarisationsgrades einer elektromagnetischen Welle möglich, ohne daß es dafür einer räumlichen Ausrichtung des Antennensystems bedarf.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind:

1. Große Bandbreite ohne Frequenznachstimmung,
2. frequenzunabhängige Ausgangsspannung,
3. konstante Phasendifferenz der Ausgangsspannung gegenüber dem externen Magnetfeld,
4. sehr einfacher Aufbau der Antenne, wahlweise für erdsymmetrischen oder erdunsymmetrischen Betrieb.



Literaturangaben:

- /1/ Meinke, H., Gundlach, F.W.: "Taschenbuch der Hochfrequenz-technik", Springer-Verlag, 1962
- /2/ Jasik, H. (Editor); "Antenna Engineering Handbook", 1st Edition, McGraw-Hill Book Comp., 1961
- /3/ Zinke, O., Brunswig, H.: "Lehrbuch der Hochfrequenz-technik", Springer-Verlag, 1965
- /4/ Kraus, J.D.: "Antennas", McGraw-Hill Book Comp., 1950
- /5/ Libby, L.L.: "Special Aspects of Balanced Shielded Loops", Proc. I.R.E., Vol.34, pp. 641-646, Sept. 1946
- /6/ Yokoshima, I.: "Absolute Measurements for Small Loop Antennas for RF Magnetic Field Standards", I.E.E.E. Trans. Instr. Meas., Vol. IM-23, pp. 217-221, Sept. 1974
- /7/ "Properties of Wideband Magnetic Field Probes", I.E.E.E. 1976 Electromagnetic Compatibility Symp. Rec., pp. 375-380, (Internat. Symposium, Washington, 13.-15. July 1976)
- /8/ Greene, F.M.: "NBS Field-Strength Standards and Measurements (30 Hz to 1000 MHz)", Proc. I.E.E.E. Vol. 55, No. 6, p.970 ff., June 1967

- 7 -  
Leerseite

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

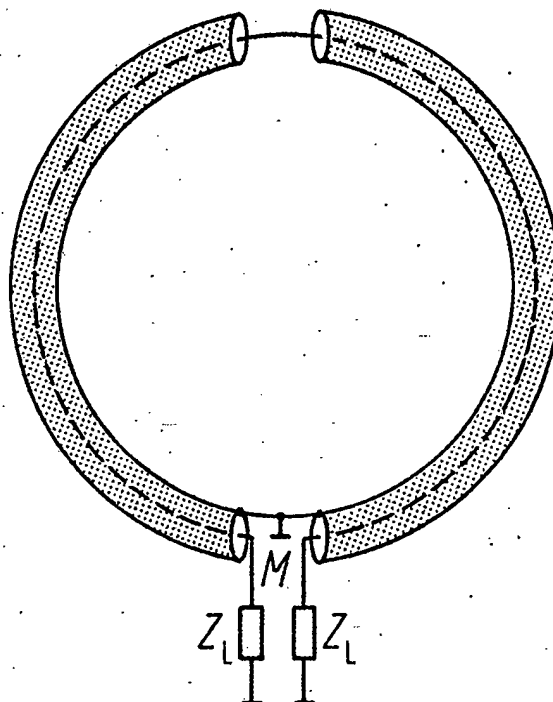
3140319  
H01Q 7/04  
10. Oktober 1981  
21. April 1983

10.10.81

3140319

- 17 -

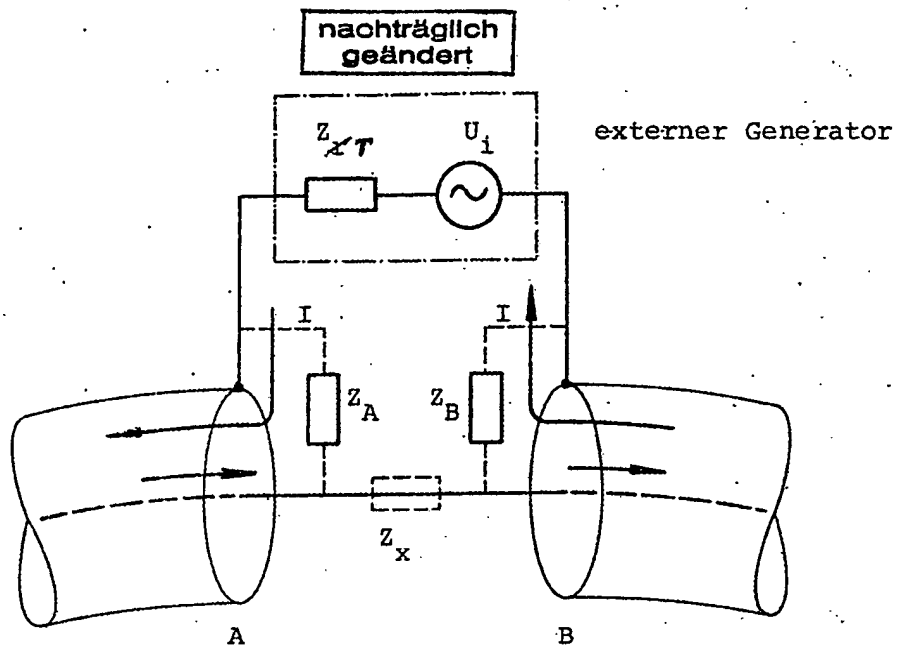
Fig. 1 Magnetische Schleifenantenne  
(symmetrisch, abgeschirmt)



M: Zentraler Massepunkt

$Z_L$ : Lastimpedanz

Fig. 2 Trennstelle  
(Impedanzen und Stromverlauf).



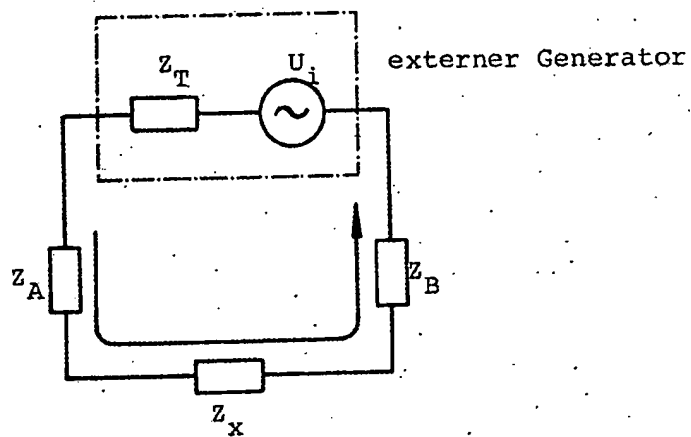
- A, B: Trennstelle der Abschirmung  
 $Z_A, Z_B$ : Eingangsimpedanz der Koaxialleitungs-  
 abschnitte  
 (zwischen Innenleiter und Außenmantel)  
 $Z_x$ : Korrekturimpedanz (s. Text)  
 I: Induzierter Strom  
 $Z_T, U_i$ : s. Text

10.10.81

3140319

-9-

Fig. 3 Trennstelle, Ersatzschaltung



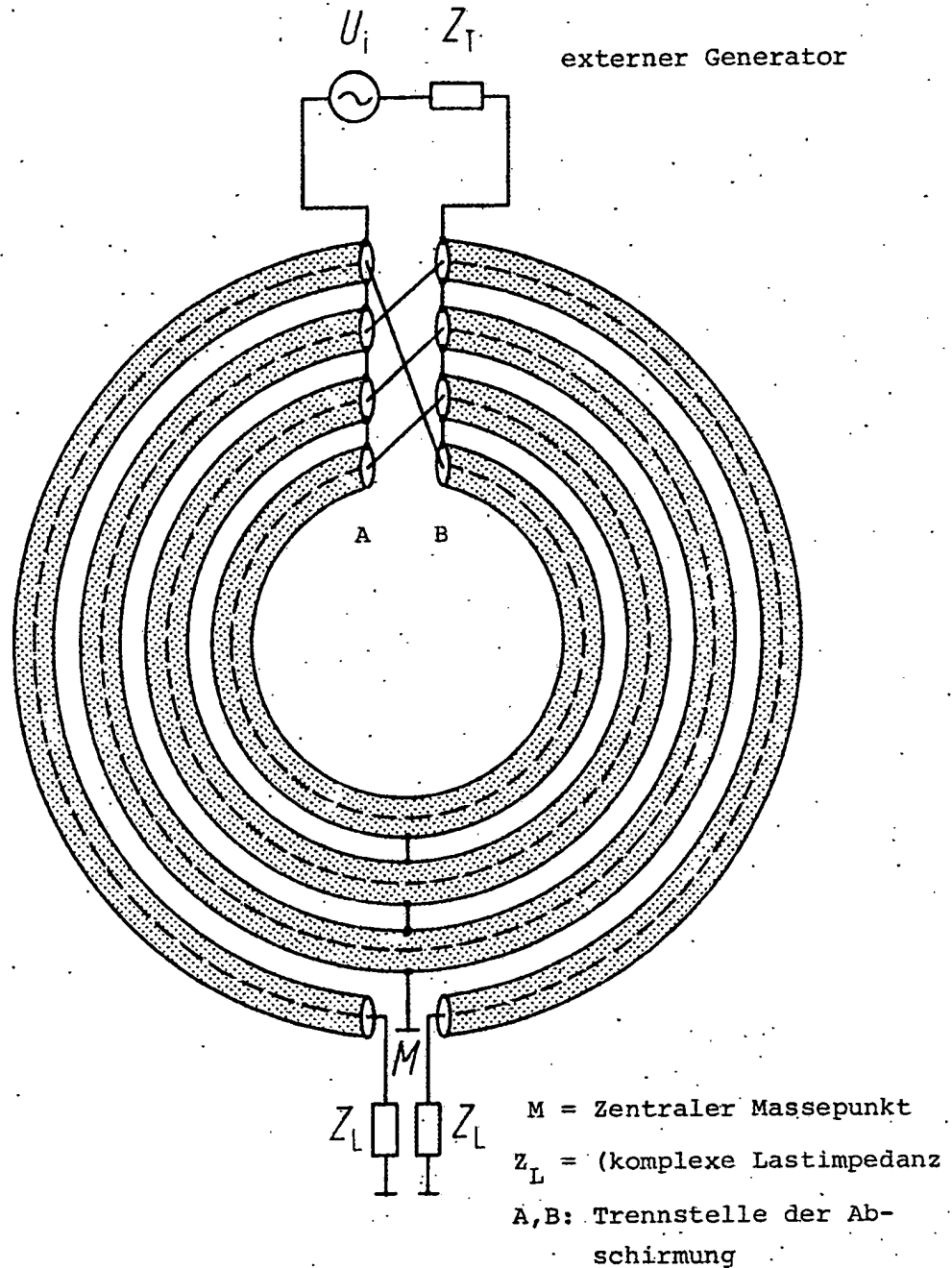
(Bezeichnungen wie Bild 2)

10.10.81

3140319

- 10 -

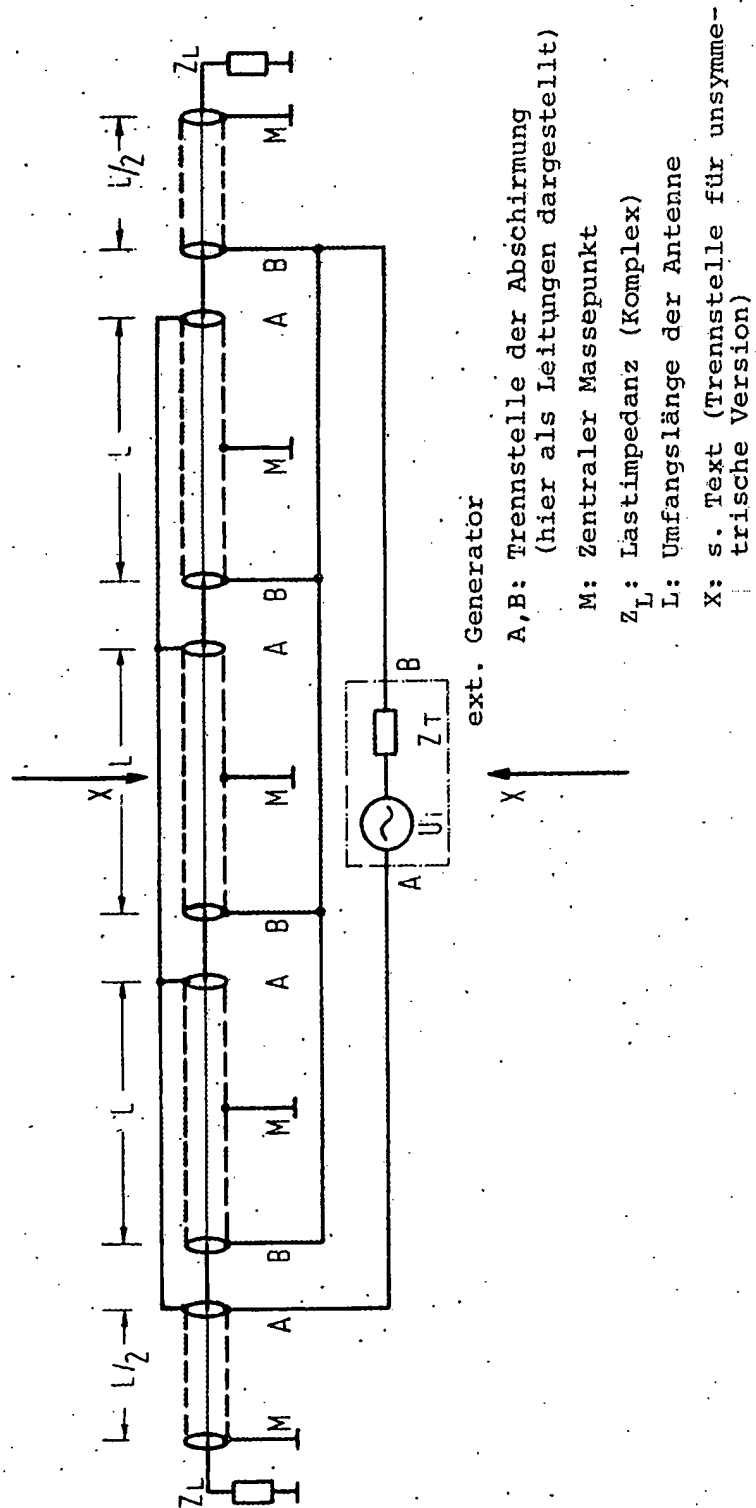
Fig. 4 Symmetrische Schleifenantenne



10.10.81

3140319

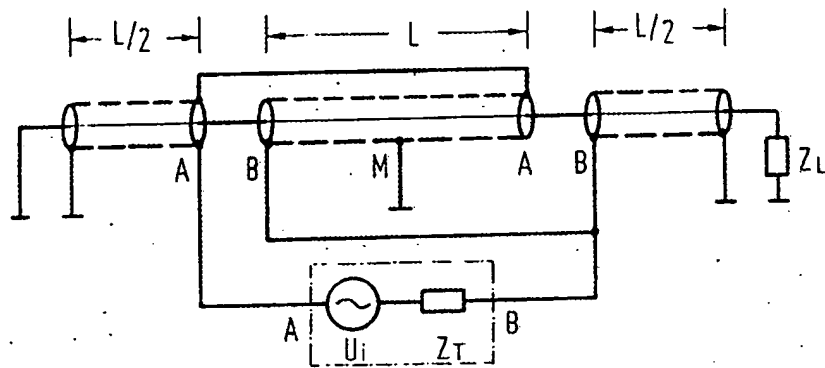
Fig. 5 Gestreckte Ersatzschaltung von Bild 4



10.10.81  
- 12 -

3140319

Fig. 6 Unsymmetrische Antennenversion



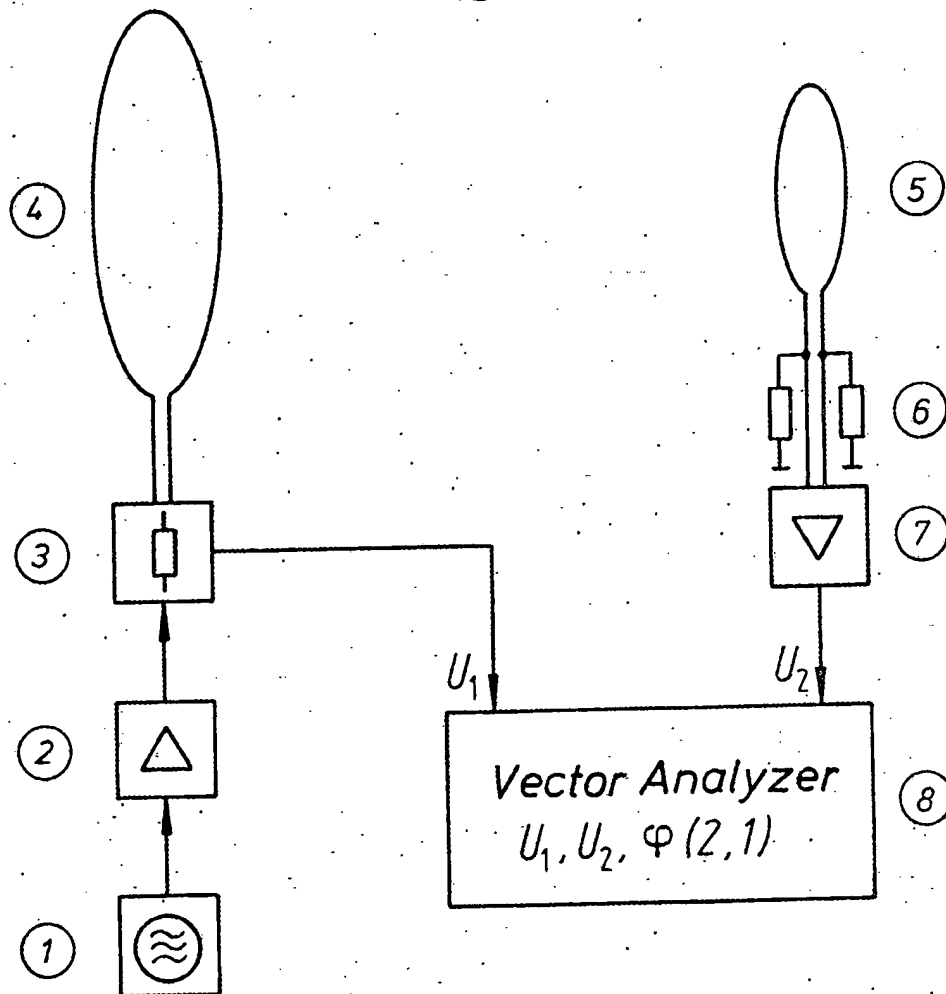
Bezeichnung wie zu Fig. 5



Fig. 7 Meßaufbau (schematisch).

3140319

- 13 -



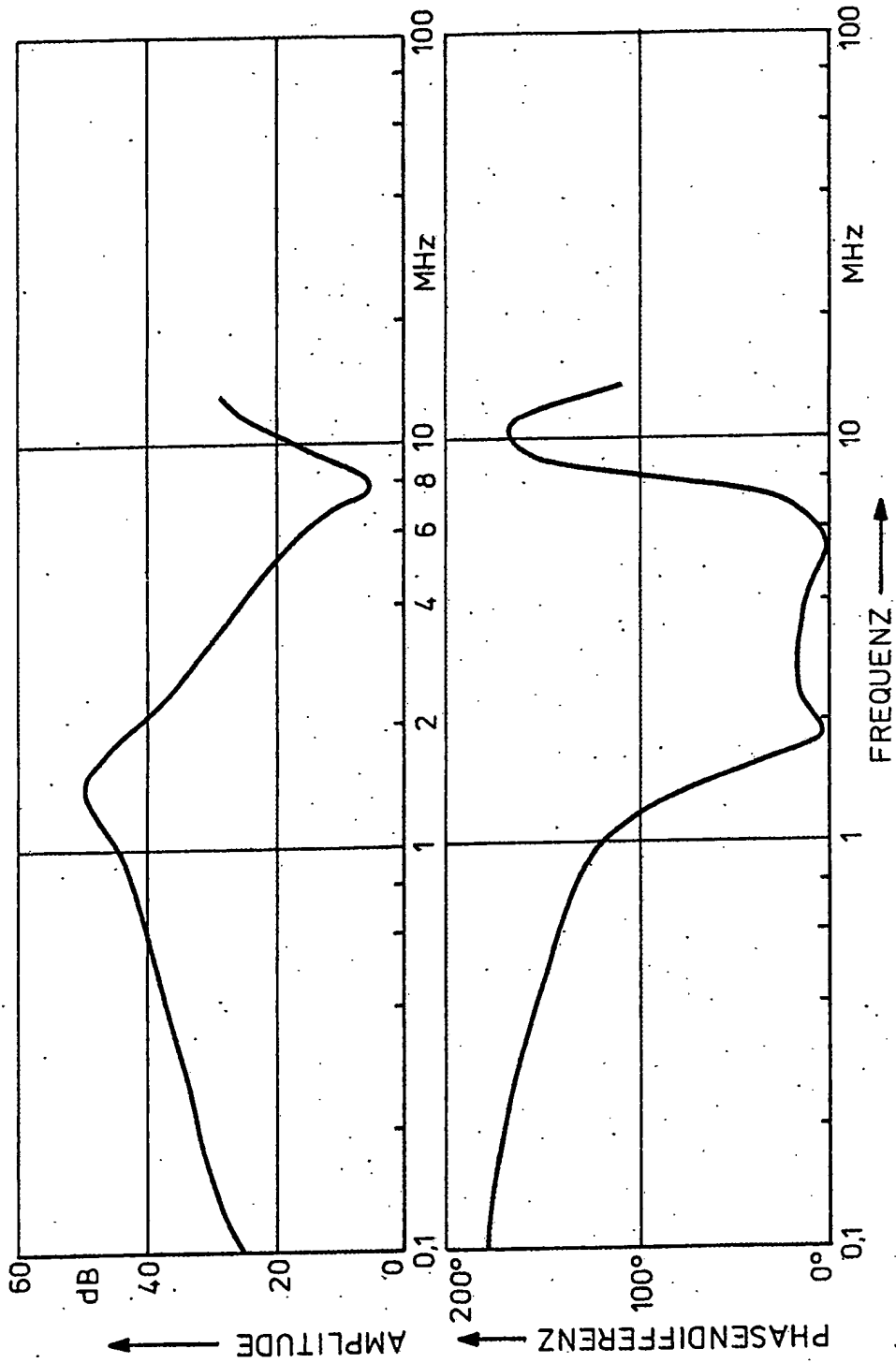
- 1 : HF-Generator (variable Frequenz).
- 2 : Leistungsverstärker
- 3 : HF-Stromfühler-Widerstand  
( $U_1$  ist proportional zum HF-Strom)
- 4 : ungeschirmte Schleifenantenne  
(Sendeantenne; Durchmesser 0,6 m)
- 5 : Empfangsantenne (s. Text, Durchmesser 0,6 m)
- 6 : Abschlußwiderstände ( $Z_L$ )
- 7 : Verstärker (Eingangsimpedanz  $\gg Z_L$ ,  
 $U_2$  ist proportional zum Empfangsantennen-Strom)
- 8 : Vektorvoltmeter (bestimmt  $U_1$ ,  $U_2$  sowie die Phasen-  
differenz)

10.10.81

3140319

-14-

FIG. 8: SCHLEIFENANTENNE 4 Wdg. gemeinsam geschirmt, symmetr.  $Z_L$  je  $1\text{ k}\Omega$



10.10.81

3140319

FIG. 9: SCHLEIFENANTENNE 4 Wdg. Koaxialleitung, symmetr.  $Z_L$  je  $1\text{ k}\Omega$

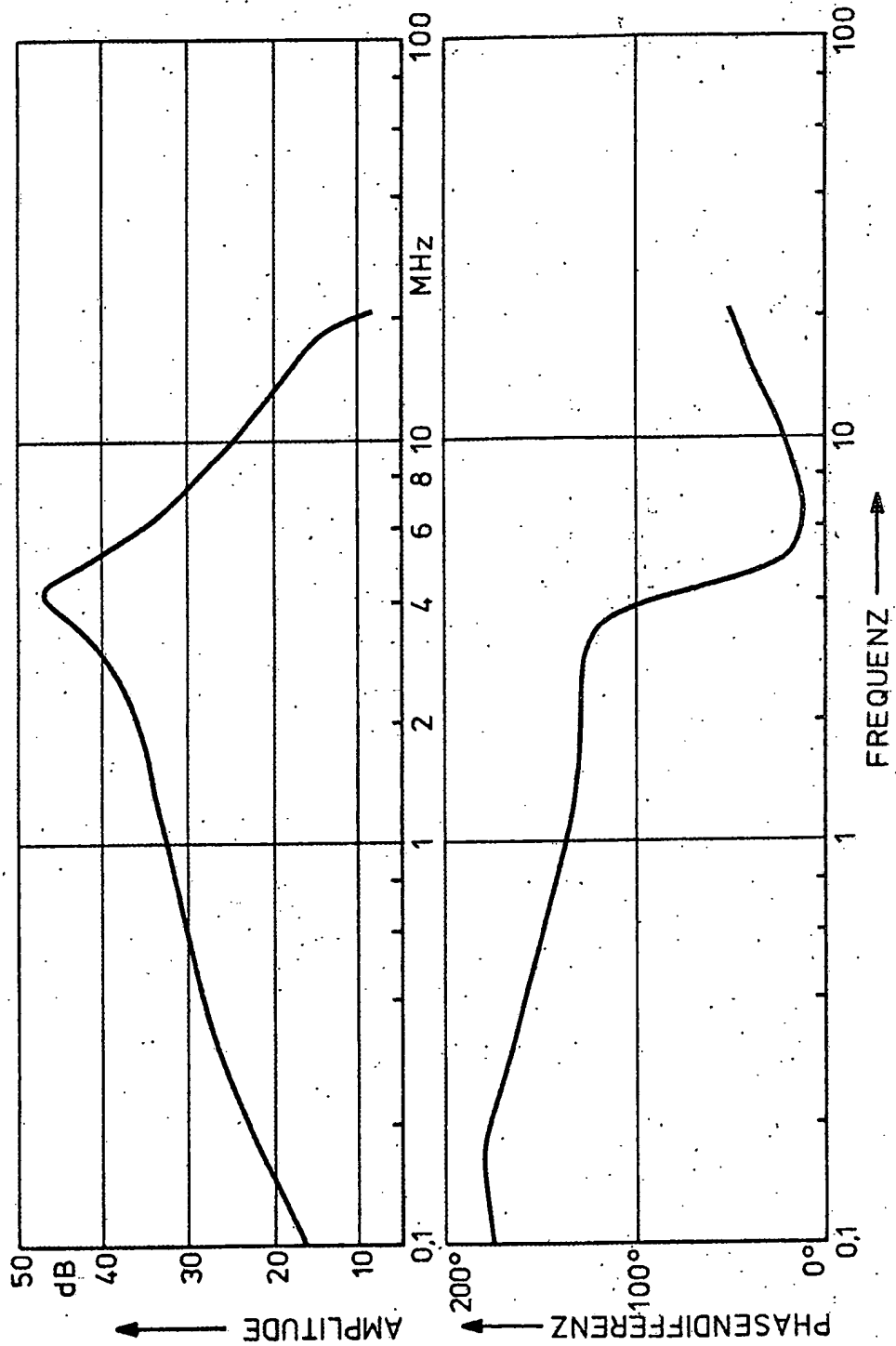


FIG. 10: SCHLEIFENANTENNE 4 Wdg. Koaxialleitung, symmetrisch,  $Z_L$  je  $1 \Omega$

